

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 31 42 462 A 1**

⑤ Int. Cl. 3:  
**H 04 R 1/20**  
H 04 R 5/04

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 42 462.7  
27. 10. 81  
27. 5. 82

㉚ Innere Priorität: 28.10.80 DE 80286802

㉗ Anmelder:  
Pfeiffer, Hans-Peter, 7000 Stuttgart, DE

㉙ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 **Lautsprecheranordnung**

Mit der Erfindung wird eine Lautsprechervorrichtung mit einem Gehäuse und mit in diesem Gehäuse fest eingebauten Lautsprechern beschrieben, deren Schallstrahlung teilweise horizontal nach vorne, teilweise horizontal seitlich nach hinten gerichtet ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, in dem Gehäuse zusätzliche Lautsprecher anzuordnen, deren Schallstrahlung mindestens eine vertikale Komponente aufweist. Vorteile der Erfindung liegen damit darin, daß damit beispielsweise verschiedene horizontale und vertikale Schalleinrichtungen eines Konzertsaalschallfeldes berücksichtigt werden können und ein Schallfeld erzeugt wird, das annähernd identisch mit dem eines Konzertsaaes ist. Die Lautsprecher treten dabei selbst als Schallquelle wenig in Erscheinung und sind schlecht zu orten. Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die einzelnen Lautsprecher über jeweils einen zugeordneten Ausgang eines Mikroprozessors angesteuert, in dem unterschiedliche, konzertsaaltypische Klangmuster abgespeichert sind, so daß eine Möglichkeit gegeben ist, ein wiederzugebendes Signal entsprechend einem gewünschten Konzertsaaltypus hörbar zu machen. (31 42 462)

DE 31 42 462 A 1

DE 31 42 462 A 1

Best Available Copy

Anmelder:

Hans-Peter Pfeiffer  
Harzstraße 30

7000 Stuttgart 30

Stuttgart, den 26. Okt. 1981  
PR 6319  
Dr.W/Ei

Patentansprüche

=====

1. Lautsprechervorrichtung mit einem Gehäuse und mit in diesem Gehäuse fest eingebauten Lautsprechern, deren Schallstrahlung teilweise horizontal nach vorne, teilweise horizontal seitlich nach hinten gerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche Lautsprecher (17, 18, 23, 24, 25, 26) vorgesehen sind, deren Schallstrahlung mindestens eine vertikale Komponente aufweist.
2. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecher in der Weise im Gehäuse (12) fest eingebaut sind, daß ihre Schallstrahlrichtungen (z.B. 38', 39', 40') etwa den typischen Hauptstrahl-schallrichtungen (z.B. 38, 39, 40) des Schallfeldes eines Konzertsaaes (Fig. 7) entsprechen (Fig. 8).
3. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens fünf Lautsprecher vorgesehen sind.
4. Lautsprechervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß neun Lautsprecher vorgesehen sind.

5. Lautsprechervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecher in einem etwa kugelförmigen Gehäuse (12) fest eingebaut sind.
6. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Äquators (13) des etwa kugelförmigen Gehäuses (12) drei Lautsprecher (16, 21, 22) mit etwa gleichem Abstand voneinander fest eingebaut sind.
7. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß an dem oberen Pol des etwa kugelförmigen Gehäuses (12) ein Lautsprecher (18) fest eingebaut ist.
8. Lautsprechervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem dem Zuhörer zugewandten Längengrad des etwa kugelförmigen Gehäuses (12) ein Lautsprecher (17) schräg nach unten gerichtet, z.B. bezogen auf das System der Erdkugel bei etwa 45° südlicher Breite, im Gehäuse (12) fest eingebaut ist.
9. Lautsprechervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf mindestens einem vom Zuhörer aus gesehen schräg nach hinten verlaufenden Längengrad des etwa kugelförmigen Gehäuses (12) ein Lautsprecher (23, 24) schräg nach oben gerichtet, also im Bereich nördlicher Breite, und ein Lautsprecher (25, 26) schräg nach unten gerichtet, also im Bereich südlicher Breite, im Gehäuse (12) fest eingebaut ist.
10. Lautsprechervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecher unsymmetrisch in das etwa kugelförmige Gehäuse (12) eingebaut sind.
11. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecher mindestens teilweise als mechanische Breitbandsysteme ausgebildet sind.

12. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die als mechanische Breitbandsysteme ausgebildeten Lautsprecher jeweils einen Hochtonkegel aufweisen.
13. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Lautsprecher (16, 17, 18, 21 bis 26) ein Verstärker (30, 31, 32, 33) zugeordnet wird, der im Gehäuse (12) angeordnet ist.
14. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Verstärker über ein Zeitglied (z.B. 55, 55', 55'') mit einem zugeordneten Ausgang ( $A_1$  bis  $A_9$ ) einer Mikroprozessoreinheit (56) verbunden ist und daß an den Eingang der Mikroprozessoreinheit das Stereosignal abgegeben wird, welches über die Lautsprecher wiedergegeben werden soll.
15. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mikroprozessoreinheit (56) für verschiedene Konzertsäle typische, akustische Signalmerkmale (Raster) gespeichert sind, die bei Wahl eines Konzertsaaltypus durch entsprechende Tasten am Mikroprozessor (56) das wiederzugebende Stereosignal über die Zeitglieder (55, 55', 55'') mit den typischen Signalmerkmalen behaftet.
16. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Stereoeingangssignal ( $S_E$ ) über eine Siebschaltung (53a, 53b) auf die Mikroprozessoreinheit (56) gegeben wird, wobei die Siebschaltung (53a, 53b) aus dem Stereosignal konzertsaaltypische Größen (z.B. Phasendifferenzen zwischen den Stereokanälen) an die Mikroprozessoreinheit weitergibt, die diese Größe mit den abgespeicherten Rastern vergleicht und bei Feststellung ähnlicher oder gleicher Merkmale mit dem entsprechenden Raster die Lautsprecher über die Zeitglieder ansteuert.

17. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in den Siebgliedern (53a, 53b) ein Frequenzfenster gesetzt ist, innerhalb dessen Phasendifferenzen zwischen den beiden Stereokanälen der Mikroprozessoreinheit (56) zugeführt werden.
18. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse zwei Kugel-Halbschalen (14, 15) aufweist, welche im wesentlichen luftdicht miteinander verbunden sind.
19. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbschalen (14, 15) aus einem schalldämmenden Kunststoff bestehen.
20. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbschalen (14, 15) mindestens teilweise aus Metall ausgebildet sind.
21. Lautsprechervorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärker (z.B. 30 bis 33) der Lautsprecher in wärmeleitender Verbindung mit dem Metall der Halbschalen (14, 15) auf diesem befestigt sind.
22. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallabstrahlung der einzelnen Lautsprecher im wesentlichen in Phase erfolgt.
23. Lautsprechervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß direkter und indirekter Schallfeldanteil des abgestrahlten Schallfelds etwa in einem Verhältnis von 25...10 % zu 75...90 % stehen.

Anmelder:

-5-

PR 6319

Hans-Peter Pfeiffer  
Harzstraße 30  
7000 Stuttgart 30

Lautsprecheranordnung  
=====

Die Erfindung betrifft eine Lautsprecheranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Anordnungen dieser Art sind bekannt aus der DE-PS 13 03 535. Bei dieser bekannten Anordnung wird angestrebt, dadurch ein natürliches Schallfeld zu erzeugen, daß man einen Teil der abgestrahlten Schallenergie von einer Reflexionswand reflektieren läßt. Bei der bekannten Anordnung ergeben sich aber folgende Nachteile:

1. Das Frequenzspektrum wird in verschiedene Frequenzbereiche unterteilt, wodurch Phasenverschiebungen in der notwendigen Frequenzweiche entstehen, was wiederum Klangverfälschungen zur Folge hat.
2. Es ergeben sich Unebenheiten im Frequenzgang, welche an Stellen liegen, die für das Ohr kritisch sind, da es hier noch eine sehr große Empfindlichkeit gegenüber Amplitudenschwankungen hat (Übergangsfrequenz 2 kHz; Schwankungen nach Messungen größer als 2 dB).

3. Die Unterteilung des Frequenzbandes in unterschiedliche Bereiche, die von verschiedenen Systemen abgestrahlt werden, hat Laufzeitverschiebungen zur Folge, wodurch der Lautsprecher als Schallquelle geortet wird, was unerwünscht ist.
4. Die unterschiedlichen Schalleinfallrichtungen am Empfangsort für die unteren Mittellagen 200...2000 Hz und der hohen Frequenzen 2 kHz bis 20 kHz, erzeugt durch die unterschiedlichen Emissionsrichtungen für Tief- und Hochtöner, lassen keinen ausgeprägt räumlichen Klangeindruck entstehen.
5. Die Schallfelder, die entstehen, entsprechen nicht einem Konzertsaalschallfeld.

Man kennt ferner auch sogenannte Kugelstrahler. Bei ihnen wird versucht, den Kugelstrahler nullter Ordnung, d.h. die atmende oder pulsierende Kugel, nachzubilden.

In der Natur kommen sehr wenige punktförmige Schallquellen vor. Fast alle natürlich vorkommenden Schallquellen, vor allem aber Musikinstrumente, haben bevorzugte Schallemissionsrichtungen. Schon daraus ist ersichtlich, daß die angestrebte punktförmige Schallerzeugung eine unnatürliche Schallfeldverteilung und somit ein unnatürliches Schallfeld am Empfangsort erzeugt.

Bekanntgeworden sind Kugelstrahler mit acht Systemen (vier Hochtöner und vier Tief-Mittel-Töner) sowie ein Dodekaeder mit je vier Tief-, Mittel- und Hochtönern.

Daneben gibt es Kugellautsprechersysteme, die mittels kegelförmiger Flächen, eingebaut in kugelförmige Gehäuse, eine Rundabstrahlung in der Form erzeugen, daß die Lautsprechersysteme (Mittel- und Hochtöner) gegen die Spitze dieser Kugel gerichtet sind. Die angestrebte Wirkung ist stets die gleichmäßige Schall-emission nach allen Richtungen.

Eine bekanntgewordene amerikanische Konstruktion ist so gestaltet, daß ein Kugelabschnitt auf der gekrümmten Fläche mit vielen angeordneten Systemen versehen ist, nämlich 22 Systeme auf einer Achterskugel. Diese Konstruktion soll in einer Raumecke platziert durch Reflexionen an den angrenzenden Wänden einen Kugelstrahler nullter Ordnung nachbilden. Dieser Konstruktion gelingt es noch am ehesten, den Kugelstrahler nullter Ordnung zu simulieren.

Alle vorgenannten Konstruktionen sind nicht in der Lage, ein natürliches Schallfeld nachzubilden (mit Ausnahme der sehr seltenen punktförmigen Schallquellen). Dies läßt sich z.B. durch Messungen in Konzertsälen nachweisen.

Der Grund für diese Unfähigkeit, ein natürliches Schallfeld nachzubilden, ist in der unterschiedlichen Aufgabenstellung zu suchen. Die genannten Konstruktionen wollen nämlich eine Schallquelle nachbilden, wie sie in dieser idealisierten Form kaum vorkommt. Daraus ergibt sich der erste, verfälschende Faktor, wenn eine solche Konstruktion zur Musikwiedergabe eingesetzt wird.

Aber selbst angenommen, eine ideal kugelförmig strahlende Schallquelle würde in einem Konzertsaal aufgenommen, so enthält diese Aufnahme neben dem direkt emittierten Schallfeld auch das Reflexionsschallfeld des Konzertsaaes.

Da die genannten Konstruktionen aber das Ziel haben, die Schallquelle nachzubilden, ist somit auch gleich zu sehen, daß dies mit dem Nachteil verbunden sein muß, daß der Hörer den Eindruck erhält, das reproduzierende Musikinstrument würde das Reflexionsschallfeld mit erzeugen, was zur Folge hat, daß die Musikwiedergabe unnatürlich wird und verfälscht klingt. Genauso, wie eine Geige unvorstellbar erscheint, die den Nachhall und die Reflexionen z.B. des Amsterdamer Konzerthauses gleich mit normalem Frequenzspektrum miterzeugen kann, ist es unvorstellbar, daß eine



Konstruktion, die eben nur die Geige nachbilden will, durch Nachbildung des Strahlers nullter Ordnung ebenso das Reflexionsschallfeld nachbilden kann.

Hörproben mit diesen Konstruktionen ergeben deshalb immer eine unnatürliche Wirkung auf den Hörer, da der mitaufgenommene Reflexionsschall bei der Wiedergabe nicht als solcher empfunden wird.

Deshalb ist es eine Aufgabe der Erfindung, Nachteile der bekannten Lautsprecheranordnungen zu vermeiden und insbesondere durch Nachbildung eines natürlichen Schallfeldes einen natürlichen Höreindruck zu verschaffen.

Die Aufgabe wird nach der vorliegenden Erfindung gelöst durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen. Hierdurch werden die verschiedenen horizontalen und vertikalen Schallrichtungen eines Konzertsaal-Schallfeldes berücksichtigt und es wird ein Schallfeld erzeugt, das annähernd identisch mit dem eines Konzertsaales ist. Dadurch ergibt sich bei der Erfindung ein luftiges Klangbild, die Konturen sind genauer dargestellt und bei der - üblichen - Verwendung zur Stereowiedergabe werden die Instrumente sehr gut abgebildet und die Lautsprecher treten als Schallquelle wenig in Erscheinung und sind schlecht zu orten.

Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß das Reflexionsschallfeld eines Rechteckraumes vorwiegend aus den sechs Hauptvektoren des Reflexionsschalls der reflektierenden Wände zusammengesetzt ist. Dabei wird von der Erfindung nicht etwa das Ziel angestrebt, mittels einer Kugel einen Strahler nullter Ordnung zu simulieren oder lediglich ein günstiges Verhältnis von Reflexionsschall zu direktem Schall zu erzeugen.

Angestrebt wird vielmehr, die Hauptrichtungen der Reflexionen der Wände nachzubilden und dadurch einen sehr originalähnlichen Eindruck beim Hörer zu erzeugen. Vorteilhaft ist die bekannte

Tatsache, daß sich in einer Kugel keine stehenden Wellen ausbilden, was bei der Erfindung ausgenutzt wird. In einem Konzertsaal befinden sich die darbietenden Künstler meistens in der Nähe der dem Zuhörer gegenüberliegenden Wand des Saales; deshalb wird der Schallstrahlerverlauf erfindungsgemäß diesem Umstand angepaßt.

Mit besonderem Vorteil geht man nach der Erfindung gemäß den Merkmalen der Ansprüche 11 und 12 vor. Man vermeidet hierdurch Frequenzweichen, wodurch Phasenverschiebungen vermieden werden, erhält einen glatten Frequenzgang, weil Einbrüche durch Vermeidung von Übergangsfrequenzen fehlen, und es ergeben sich keine Laufzeitverschiebungen zwischen tiefen und hohen Tönen, weil diese Breitbandsysteme den vollen Frequenzumfang abstrahlen. Außerdem sind, wenn überall solche Breitbandsysteme verwendet werden, die Schalleinfallrichtungen für alle Frequenzen gleich. Insgesamt ergibt sich so ein ausgezeichnete räumlicher Klangeindruck bei Verwendung in einem Stereosystem.

Bei einer sehr vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß jeder Verstärker über ein Zeitglied mit einem zugeordneten Ausgang eines Mikroprozessors verbunden ist und daß an den Eingang des Mikroprozessors das Stereosignal abgegeben wird, welches über die Lautsprecher wiedergegeben werden soll. Es ergeben sich dann viele vorteilhafte Möglichkeiten, das gewünschte Wiedergabeklangbild zu beeinflussen. Bei einer dieser Möglichkeiten ist vorgesehen, im Mikroprozessor für verschiedene Konzertsäle typische akustische Signalmerkmale (Raster) zu speichern, die bei Wahl eines Konzertsaaltypus durch eine entsprechende Taste am Mikroprozessor das wiederzugebende Stereosignal über die Zeitglieder mit den typischen Signalmerkmalen behaftet. Diese Weiterbildungen nützen die Vorteile der erfindungsgemäßen Lautsprecheranordnung aus, die die Möglichkeit bietet, die einzelnen Lautsprecher über die den jeweiligen Lautsprechern zugeordneten Zeitglieder, beispielsweise mit unterschiedlichen Phasen, aber auch mit unterschiedlichen Lautstärken

anzusteuern. Je nachdem, wie die Ansteuerung der einzelnen Lautsprecher erfolgt, was mit dem Mikroprozessor vorgenommen werden kann, lassen sich verschiedene Klangbilder realisieren, die jeweils typisch für verschiedene Konzertsäle sind.

Der Benutzer hat die Möglichkeit, durch Drücken einer Taste, ein bestimmtes Raster im Mikroprozessor aufzurufen, so daß die verschiedenen Lautsprecher in einer ganz bestimmten, für einen bestimmten Konzertsaal typischen Art und Weise angesteuert werden. Das eigentlich hörbar zu machende Signal kann dabei aus einem schalltoten Raum abgegeben werden und wird dann entsprechend dem eingelegten Raster räumlich aufbereitet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß das Stereosignal über eine Siebschaltung auf den Mikroprozessor gegeben wird, wobei die Siebschaltung aus dem Stereosignal konzertsaaltypische Größen an den Mikroprozessor weitergibt, der diese Größen mit den abgespeicherten Rastern vergleicht und bei Feststellung ähnlicher oder gleicher Merkmale mit dem entsprechenden Raster die Lautsprecher über die Zeitglieder ansteuert. Beispielsweise wird über ein Radio ein in der Stuttgarter Liederhalle aufgenommenes Konzert in Stereophonie empfangen, wobei aus dem gesendeten Signal durch Analyse z.B. von Phasendifferenzen zwischen den beiden Stereokanälen die typischen akustischen Merkmale eben dieses Konzerthauses entnommen werden können. Wenn im Mikroprozessor diese durch beispielsweise vor Ort vorgenommene akustische Messungen erhaltenen konzertsaaltypischen Größen abgespeichert sind, kann der Mikroprozessor so lange einen Vergleich der charakteristischen Merkmale vornehmen, bis er feststellt, daß die erfaßten Phasendifferenzen in dem gesendeten Stereosignal ähnlich denen in einem bestimmten Raster abgespeicherten sind. Ist das entsprechende Raster gefunden, so wird das gesendete Signal entsprechend dem Raster, mit dem dann die Zeitglieder angesteuert werden, wiedergegeben, so daß auch bei relativ schlechten Aufnahmen ein sehr gutes, für den Konzertsaal typisches Klangbild erzeugt wird.

Vorteilhaft ist es dabei, im Siebglied ein Frequenzfenster zu setzen, innerhalb dessen Phasendifferenzen zwischen den beiden Stereokanälen festgestellt werden. Es hat sich gezeigt, daß nicht das gesamte Frequenzspektrum analysiert zu werden braucht, sondern daß es genügt, z.B. in typischen Frequenzbereichen zwischen 40 und 150 Hz und/oder 300 bis 4000 Hz Phasendifferenzen zwischen den beiden Stereokanälen zu erfassen. Bei immer in der Mitte des Aufnahmeraumes befindlichen Schallquelle wird bei einer Stereoaufnahme durch die Differenz R-L und L-R der Raumanteil der Aufnahmen verwertbar. So kann z.B. die Nachhallzeit zur Ermittlung der Raumgröße herangezogen werden. Dazu ist es erforderlich, bei Impulsen die nachfolgenden Echos der Wände, Decke und Boden des Konzertsaaes zeitmäßig auszuwerten. Bei auffallenden Frequenzgangüberhöhungen im Bassbereich (40 bis 150 Hz) wird aus diesen Raumresonanzen die Raumgröße ermittelt, wobei die einzelnen Resonanzen Aufschluß über die Abmessungen des Raumes geben. Jedoch ist diese Methode nur dann anwendbar, wenn die Aufnahme nicht mit Equalizer oder künstlichem Nachhall verändert wurde.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Draufsicht von vorne, also aus der Sicht des Hörers, auf eine erfindungsgemäße Lautsprecheranordnung,
- Fig. 2 eine Draufsicht von oben auf die Lautsprecheranordnung der Fig. 1, gesehen längs des Pfeiles II der Fig. 1,
- Fig. 3 eine Seitenansicht der Lautsprecheranordnung der Fig. 2, gesehen längs des Pfeiles III der Fig. 1,
- Fig. 4 einen Schnitt, gesehen längs der Linie IV-IV der Fig. 1, also längs des Äquators,

- Fig. 5 einen Schnitt, gesehen längs der Linie V-V der Fig. 2,  
 Fig. 6 einen Schnitt, gesehen längs der Linie VI-VI der Fig. 2,  
 Fig. 7 eine raumbildliche Darstellung einiger in einem Konzertsaal auftretender Schallvektoren,  
 Fig. 8 die Nachbildung der in Fig. 7 dargestellten Schallvektoren durch eine erfindungsgemäße Lautsprecheranordnung und  
 Fig. 9 ein Prinzipschaltbild einer Ansteuerungsmöglichkeit der Lautsprecheranordnung nach der Erfindung.

Die in Fig. 1 dargestellte Lautsprecheranordnung 10 weist eine auf einem Fuß 11 aufgestellte (oder entsprechend aufgehängte) Kugel 12 auf, die längs ihres Äquators 13 in zwei Halbschalen 14, 15 geteilt ist. Bei der folgenden Beschreibung und in den Ansprüchen wird wie bei der üblichen Darstellung der Erdkugel angenommen, daß der Nordpol oberhalb und der Südpol unterhalb des Äquators 13 liegt, und es wird das übliche Gittersystem aus Längen- und Breitengraden verwendet, wobei angenommen, daß in Fig. 1 der nullte Längengrad dem Hörer direkt zugewandt ist.

Auf dem Schnittpunkt dieses nullten Längengrades und des Äquators 13 liegt ein erster Breitbandlautsprecher 16 mit einer (nicht dargestellten) Hochtönmembran. Alle übrigen Lautsprecher sind ebenfalls Breitbandlautsprecher, worauf im folgenden nicht jedesmal hingewiesen wird. Unterhalb des Lautsprechers 16, ebenfalls auf dem nullten Längengrad und etwa bei  $45^{\circ}$  südlicher Breite, also nach vorne und schräg nach unten abstrahlend, befindet sich ein Lautsprecher 17. Ferner befindet sich ein direkt nach oben abstrahlender Lautsprecher 18 oben am Nordpol.

Auf dem Längengrad  $120^{\circ}$  östlich und dem Längengrad  $120^{\circ}$  westlich befinden sich Lautsprecher, die schräg nach hinten abstrahlen,

und zwar die beiden Lautsprecher 21 und 22 am Äquator, die beiden Lautsprecher 23 und 24 auf etwa  $45^{\circ}$  nördlicher Breite, und die beiden Lautsprecher 25 und 26 auf etwa  $45^{\circ}$  südlicher Breite.

Insgesamt sind also neun Lautsprecher vorhanden, die z.B. jeweils einen Membrandurchmesser von 100 mm haben können. Durch die bevorzugte konzentrische Anordnung der Hochtonmembran in der Tieftonmembran ergibt sich eine Abstrahlung ohne Phasenfehler. Die einzelnen Lautsprecher werden alle gleichphasig erregt.

Die einzelnen Lautsprecher haben jeweils individuelle Leistungsverstärker, von denen in Fig. 5 nur die Leistungsverstärker 30 bis 33 für die Lautsprecher 25, 21, 23 und 18 dargestellt sind. Diese Verstärker sind jeweils neben ihrem Lautsprecher auf der Innenseite der Kugel 12 befestigt, und wenn diese z.B. aus tiefgezogenem Aluminium besteht, kann sie gleichzeitig als Wärmesenke für diese Verstärker dienen. Die Kugel kann aber naturgemäß auch aus einem Kunststoff bestehen, z.B. aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff. Ihr Inneres ist in der üblichen Weise mit Dämm-Material gefüllt.

Der Durchmesser der Kugel 12 kann je nach Leistung zwischen etwa 35 cm und etwa 150 cm liegen, bevorzugt 40,0 cm.

Die Erfindung vermeidet also den Nachteil der eingegrenzten Hörzone. Mehrere Personen können - bei Verwendung eines Kugelpaares - gleichzeitig ohne Einschränkung ein räumliches Stereoklagbild wahrnehmen.

Bei Direktstrahlern wird oft ein scharfes Klangbild beobachtet, was darauf zurückzuführen ist, daß das Ohr (ähnlich dem Auge durch einen Scheinwerfer) durch den fast ausschließlich direkten Schalleinfall der Höhen quasi geblendet wird.

Eine erfindungsgemäße Lautsprecheranordnung dagegen wird als angenehm natürlich empfunden, da die Höhen in ausgewogener Weise aus verschiedenen Richtungen am Empfangsort einfallen. Dies wird anhand der Fig. 7 und 8 näher erläutert.

Fig. 7 zeigt einen Zuhörer 35 in einem Konzertsaal 36 mit rechteckförmigem Grundriß, in dem ein Orchester 37 spielt. Von diesem Orchester 37 wird Schall direkt abgestrahlt, dargestellt durch eine gerade Linie 38, ferner zum Boden hin und dort reflektiert (Linie 39), ferner zur Rückwand beim Orchester und von dort sowie über die Decke zum Zuhörer 35 reflektiert (Linie 40), ferner direkt zur Decke und von dort reflektiert (Linie 43), ferner zur Rückwand beim Zuschauer 35 und von dort reflektiert (Linie 44), ferner zur linken Seitenwand und von dort reflektiert (Linie 45), und schließlich zur rechten Seitenwand und von dort reflektiert (Linie 46).

Neben der direkten Schallstrahlung 38 sind also noch sechs indirekte Schallstrahlvektoren 39, 40, 43, 44, 45, 46 vorhanden, die alle zusammen den Konzertsaaaleindruck ergeben.

Die erfindungsgemäße Lautsprecheranordnung 10 (Fig. 8) erzeugt in einem Raum 50 diese Schallstrahlungsrichtungen ebenfalls. Z.B. erzeugt der Lautsprecher 16 vorne am Äquator eine direkte Schallstrahlung 38' zum Zuhörer 35, der nach unten strahlende vordere Lautsprecher 17 eine vom Boden reflektierte Schallstrahlung 39), der Lautsprecher 18 am Nordpol eine von der Decke reflektierte Schallstrahlung 43', der Lautsprecher 23 eine Schallstrahlung 40', der Lautsprecher 21 eine Schallstrahlung 46', usw. Dabei kann natürlich durch eine unterschiedliche Leistungszufuhr zu den einzelnen Lautsprechern der Gesamteindruck in weiten Grenzen variiert werden.

Neben der Möglichkeit, den Gesamteindruck durch eine unterschiedliche Leistungszufuhr in weiten Grenzen zu variieren, besteht die Möglichkeit, auch durch den einzelnen Verstärkern

zugeordnete Zeitglieder das Klangbild zu beeinflussen. Welche Möglichkeiten sich daraus ergeben, wird anhand des in Fig. 9 dargestellten Prinzipschaltbildes im folgenden näher erläutert. Wie zu erkennen ist, wird das niederfrequente Stereoeingangssignal in jedem Kanal auf ein Siebglied 53a und 53b gegeben. Über einen Ausgang sind die beiden Siebglieder 53a und 53b an eine Mikroprozessoreinheit 56 angeschlossen. Die Mikroprozessoreinheit 56 umfaßt neben dem Mikroprozessor auch die übliche, zur Ansteuerung notwendigen Schaltungsteile. Ein anderer Ausgang der Siebglieder führt über eine Frequenzgangkorrekturschaltung 54a und 54b zu jeweils einem Zeitglied 55, 55', 55''. Jedem der Lautsprecher, von denen nur die Lautsprecher 16, 17 und 23 dargestellt sind, ist ein derartiges Zeitglied vorgeschaltet. Ebenso ist jedem Lautsprecher eine Verstärkerendstufe 31, 32, 33 usw. vorgeschaltet. Der Übersichtlichkeit halber sind nicht alle dieser Elemente dargestellt. Die Zeitglieder 55, 55', 55'' sind von ihrem Schaltungsaufbau bekannte Eimerketten und Phasenstellglieder, die entsprechend unterschiedlichen Phasen, aber auch Intensitäten der einzelnen Lautsprecher erzeugen. Es besteht nun die Möglichkeit, in der Mikroprozessoreinheit 56 konzertsaaltypische Raster abzuspeichern und hiermit über die Ausgänge A1 bis A9 des Mikroprozessors jeweils die Lautsprecher so anzusteuern, daß ein für einen ganz bestimmten Konzertsaal typisches Klangbild entsteht. An einem Beispiel sei dies verdeutlicht. In der Stuttgarter Liederhalle spielt ein Orchester auf einer Bühne, die Zuhörer sind vor der Bühne platziert, eine Rückwand schließt die Bühne ab, so daß sich prinzipiell der in Fig. 7 gezeigte Konzertsaaltypus ergibt. Im Gegensatz dazu spielt ein Orchester in der Berliner Philharmonie mehr oder weniger in der Mitte des Saales, so daß die Musiker ringsum von Zuhörern umgeben sind. Es findet also keine direkte Schallreflexion an einer Rückwand statt, da eine solche hinter dem Orchester gar nicht vorhanden ist. Diesem Unterschied zwischen den beiden Konzerthäusern kann nun dadurch Rechnung getragen werden, daß die unterschiedlichen, für die beiden genannten Konzertsäle typischen abgespeicherten Raster am Ausgang A9



eine entsprechend unterschiedliche Ansteuerung des Lautsprechers 23, der die von einer Rückwand reflektierte Schallstrahlung 40' erzeugt, bewirkt.

Weitere konzertsaaltypische Merkmalsunterschiede können durch die übrigen Ausgänge A1 bis A8 und den diesen jeweils zugeordneten Lautsprechern natürlich ebenso berücksichtigt werden. Eine einfache Anwendungsmöglichkeit dieser Anordnung kann nun darin bestehen, daß man die verschiedenen Raster des Mikroprozessors durch Tastendruck einlegen kann und dadurch ein Eingangssignal, welches z.B. in einem schalltoten Raum aufgenommen worden sein kann, entsprechend dem gewünschten Konzertsaaltypus hörbar macht, wozu die Siebglieder nicht benötigt werden. Das Stereosignal wird dann direkt auf den Mikroprozessor geleitet.

Wenn dagegen die Siebglieder 53a und 53b zwischen das Eingangssignal  $S_E$  und die Mikroprozessoreinheit 56 geschaltet sind, ergibt sich folgende Wirkungsweise:

Die Siebglieder wählen aus dem ankommenden Signal einen bestimmten Frequenzspektrumsbereich heraus, aus dem räumliche Informationen des Aufnahmeortes des Eingangssignales  $S_E$  entnommen werden können. Solche Informationen können beispielsweise aus Phasendifferenzen zwischen den beiden Stereokanälen erhalten werden. Im Mikroprozessor 56 werden nun diese Phasendifferenzen in einem bestimmten Frequenzspektrumsbereich mit den abgespeicherten, für einen bestimmten Konzertsaal typischen Phasendifferenzen verglichen. Findet der Mikroprozessor ein Raster, welches auf die ankommenden Phasendifferenzen paßt, so hält er dieses Raster fest und steuert mit dem abgespeicherten Raster in der angegebenen Weise die einzelnen Lautsprecher an. Die Mikroprozessoreinheit 56 erkennt also den Konzertsaaltypus aus den charakteristischen Merkmalen des Eingangssignals, ordnet diesem das am nächsten kommende Raster zu und steuert somit die Lautsprecher. Bis im Mikroprozessor das entsprechende Raster gefunden ist, wird das Signal ohne Beeinflussung der Zeitglieder direkt auf die Lautsprecher gegeben.

Für den Bassbereich umfaßt der Mikroprozessor eine Regelschaltung, die eine phasengleiche Ansteuerung in diesem Bereich der Lautsprecher bewirkt, welche hier nicht näher dargestellt zu werden braucht.

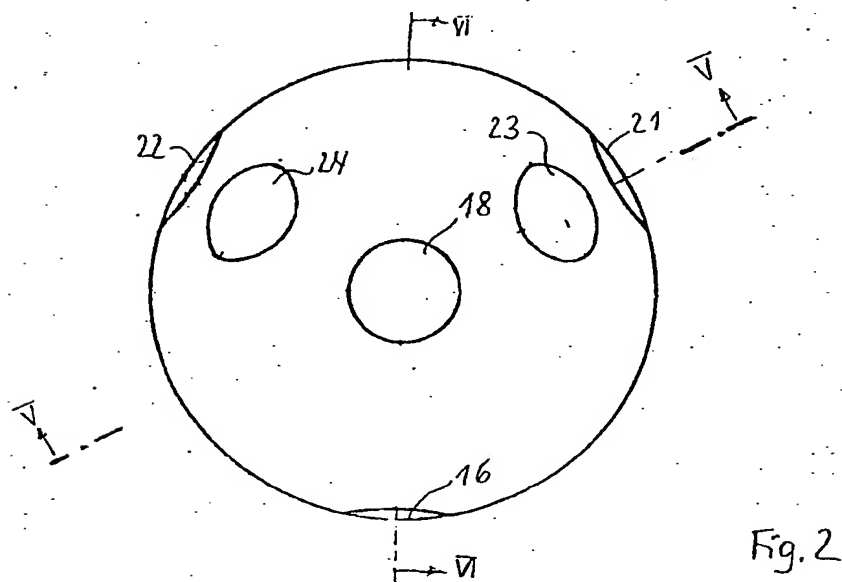
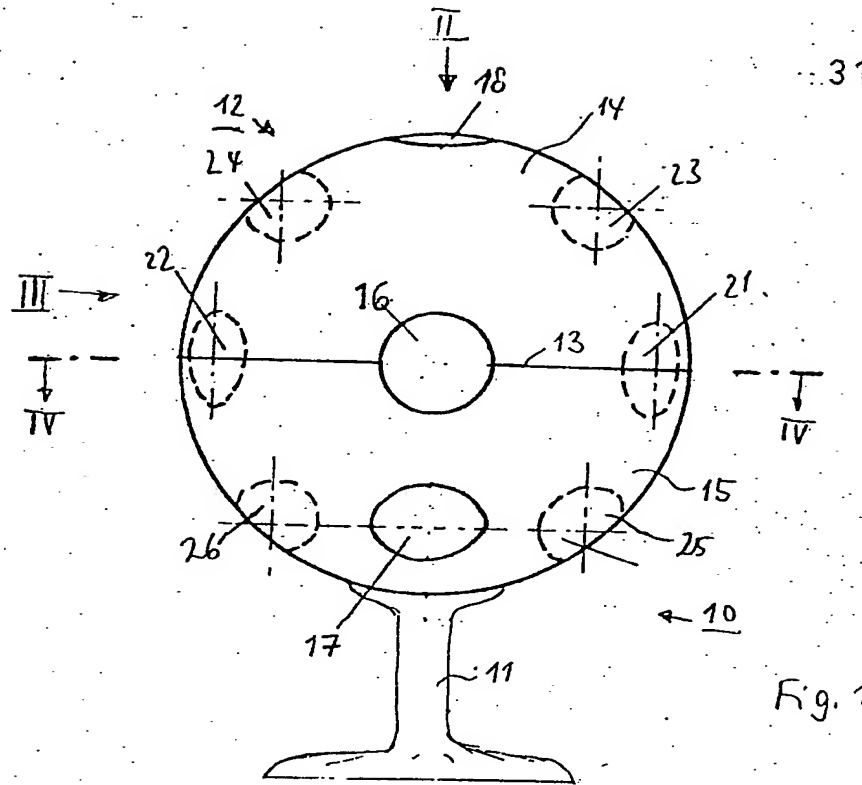
Zur Erläuterung der Lage der einzelnen Lautsprecher kann auch folgender Hinweis dienen:

Teilt man den Äquator 13 in drei gleiche Teile, so erhält man die Orte für die Lautsprecher 16, 21 und 22. Am Nordpol der Kugel 12 ist der Ort für Lautsprecher 18. Man verbindet nun auf der Kugeloberfläche System 18 mit 21 sowie 18 mit 22 und verlängert diese beiden Linien. Sodann halbiert man sie zwischen 18 und 21 sowie 18 und 22 und erhält die Orte für die Lautsprecher 23 und 24. Die sich ergebenden Abstände 21 bis 23 und 22 bis 24 trägt man nun auf den verlängerten Linien von 21 und 22 nach unten ab und erhält so die Orte für die Lautsprecher 25 und 26. Verbindet man nun noch die Orte der Lautsprecher 18 und 16, verlängert diese Linie und trägt darauf die Strecke 22 bis 24 von 16 aus nach unten ab, so erhält man den Ort des Lautsprechers 17.

Die Erfindung ist naturgemäß nicht auf die dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sind im Rahmen des allgemeinen Raumformgedankens der vorliegenden Erfindung zahlreiche Abwandlungen und Modifikationen möglich.

-18-

Leerseite



- 19 -

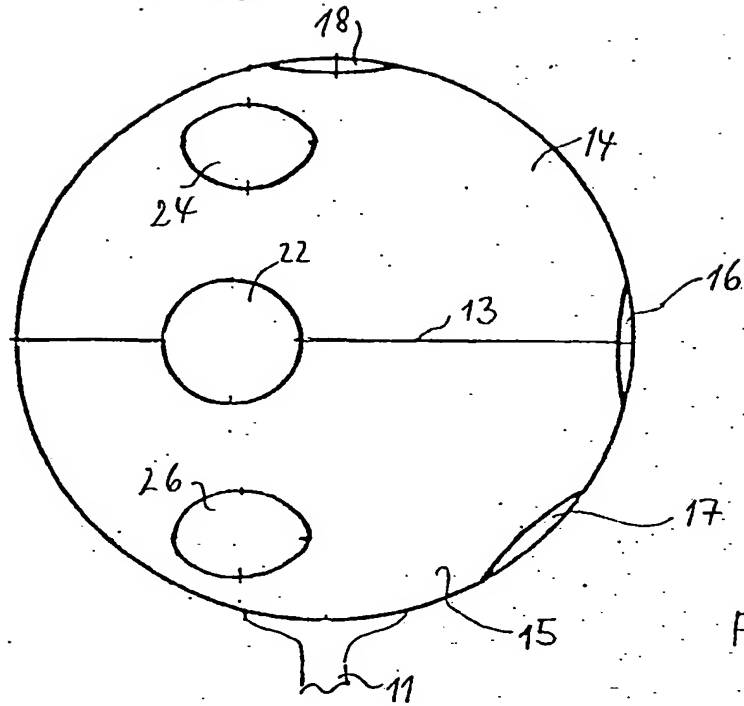


Fig. 3

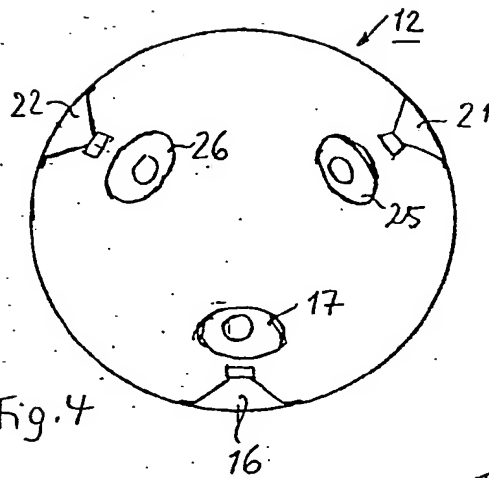


Fig. 4

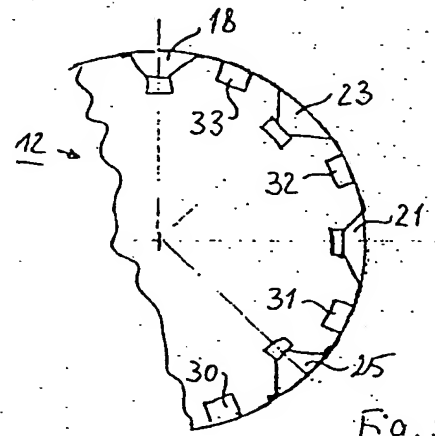


Fig. 5

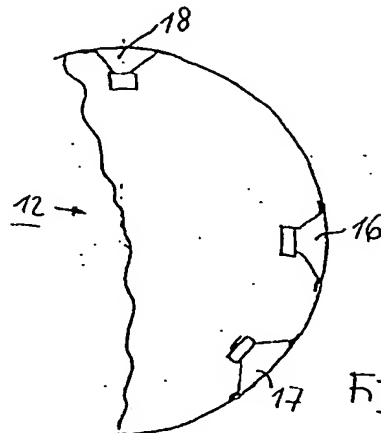


Fig. 6

Fig. 7

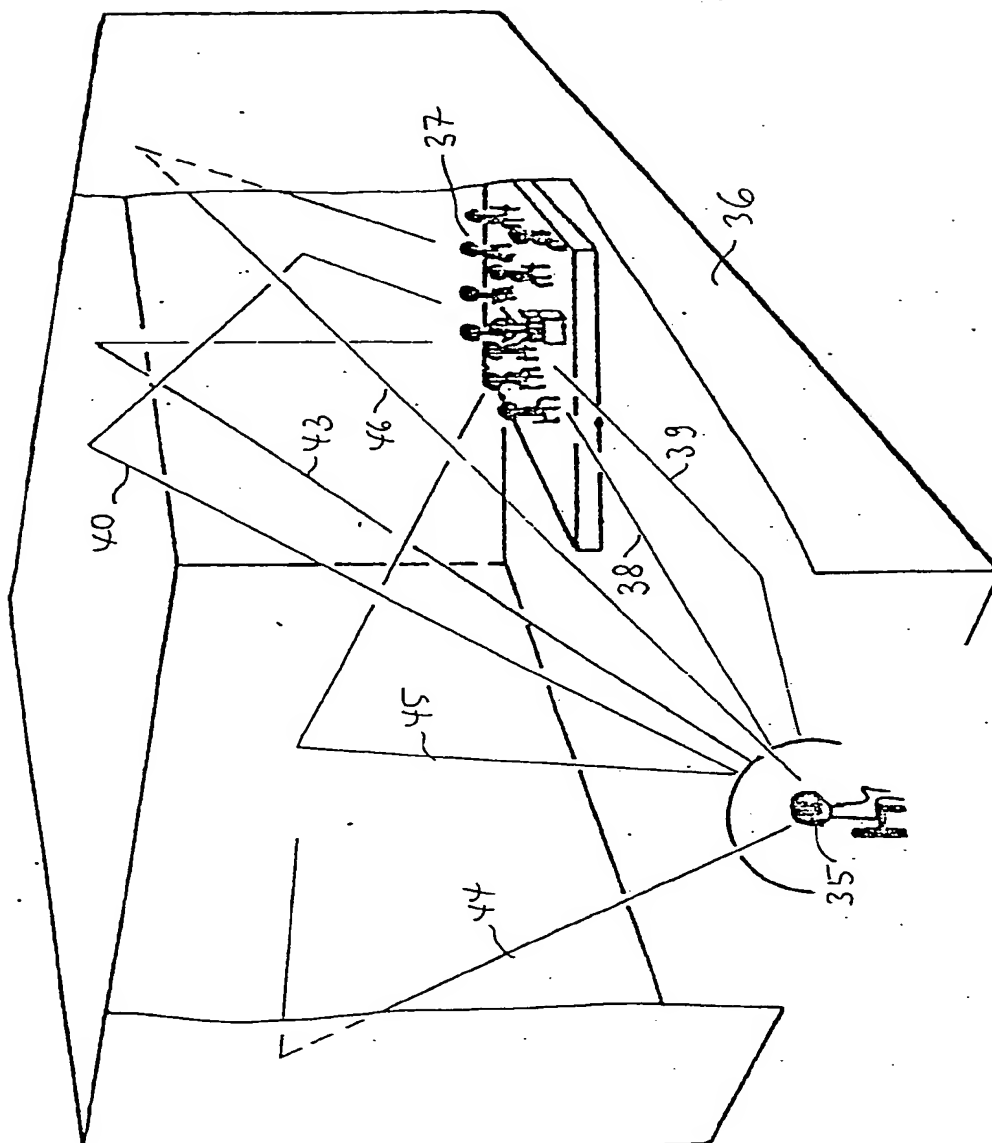
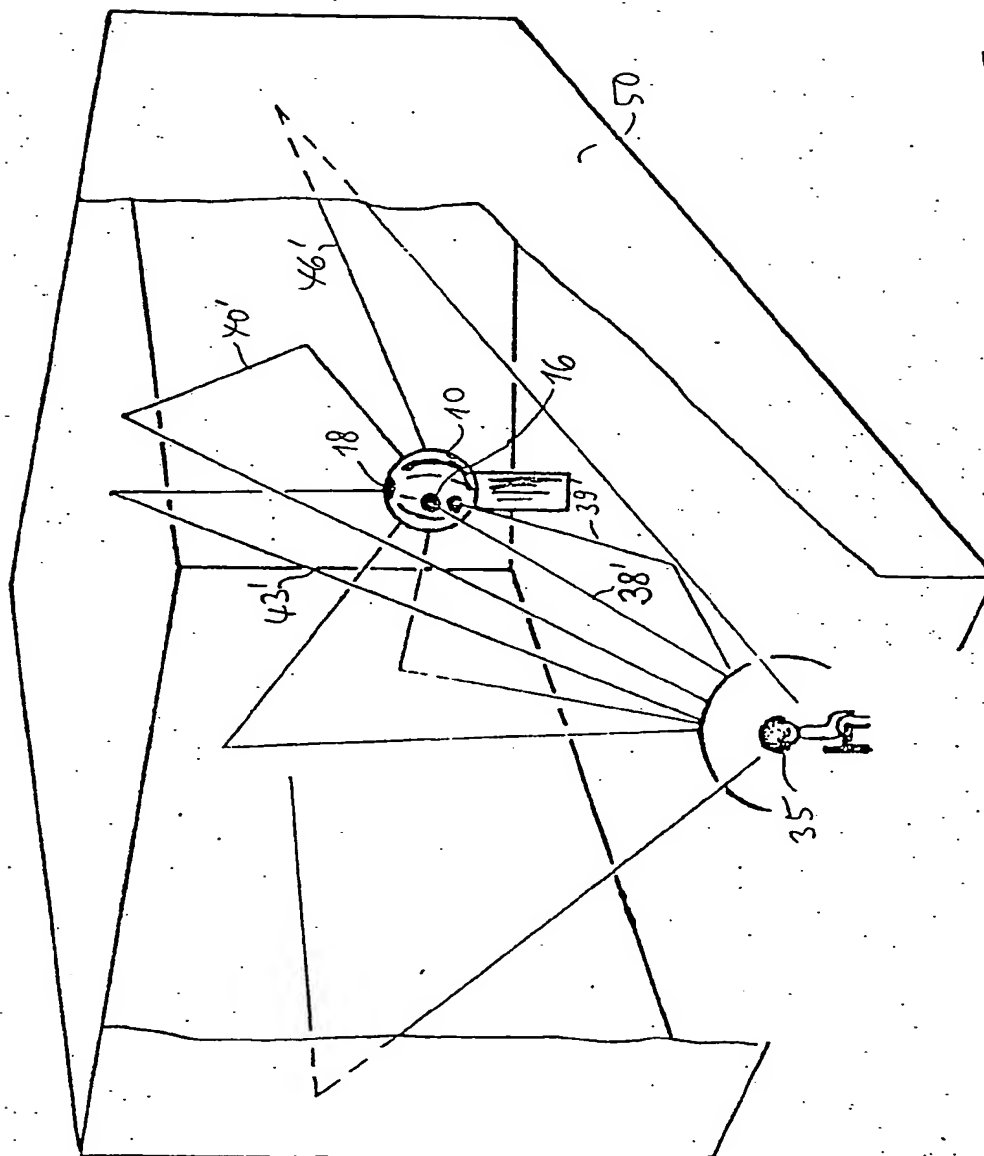


Fig. 8



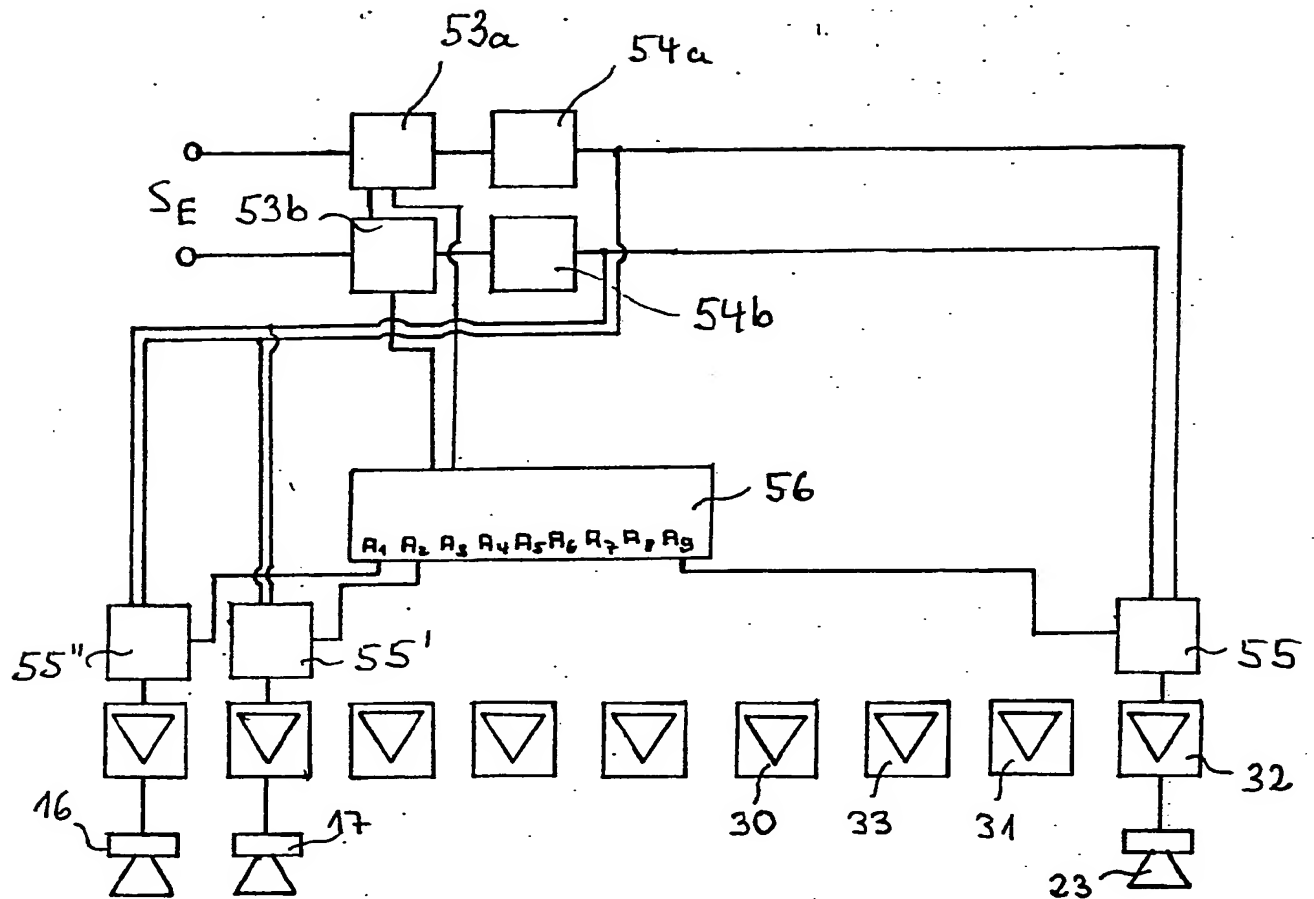


Fig. 9

Akte:	Bl.	Anz.	Patentanwälte Dr.-Ing. H. H. Wilhelm Dipl.-Ing. H. Dauster 7000 Stuttgart 1
Anm.			



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**